

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-102426

(43)Date of publication of application : 15.04.1994

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

G02B 6/26

H04B 10/12

H05K 1/02

(21)Application number : 04-249195

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.09.1992

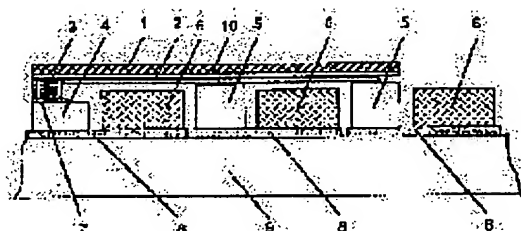
(72)Inventor : HANEDA MAKOTO
CHIBA KATSUAKI
SUZUKI TOMOHIRO
MIYAZAKI TAKAO
MATSUOKA YOSHIKO

(54) FLEXIBLE OPTICAL WAVEGUIDE CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a packaging method capable of connecting optically to optional multipoints and with high precision and with high density, in an optical integrated circuit connecting among plural electronic elements optically.

CONSTITUTION: Plural electronic elements 6 are loaded on an electronic circuit substrate 9, and further, a light emitting or a light receiving elements is bonded adjacent to them. The light emitting element is a laser diode 3 in junction up, and is joined to a substrate wiring pattern 8 through a sub mount 4. Further, the light receiving element 5 is joined to the substrate wiring pattern 8 by flip chip bonding. A flexible optical waveguide circuit substrate 1 and an optical waveguide 2 are joined to the laser diode 3 or the light receiving element 5 on a surface opposing to the electronic circuit substrate 9. Thus, the optical connection to optional multipoints is enabled without attenuating and interfering a signal. Further, regardless of the positional deviation of bonding of the optical/electronic elements to the substrate, the highly precise optical connection is attained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.12.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-102426

(43)公開日 平成6年(1994)4月15日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 6/12

N 9018-2K

6/26

9317-2K

H 0 4 B 10/12

H 0 5 K 1/02

T 7047-4E

8220-5K

H 0 4 B 9/ 00

Q

審査請求 未請求 請求項の数11(全 5 頁)

(21)出願番号

特願平4-249195

(22)出願日

平成4年(1992)9月18日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 羽田 誠

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 千葉 勝昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 鈴木 智浩

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町180番地 日

立通信システム株式会社内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フレキシブル光導波路回路

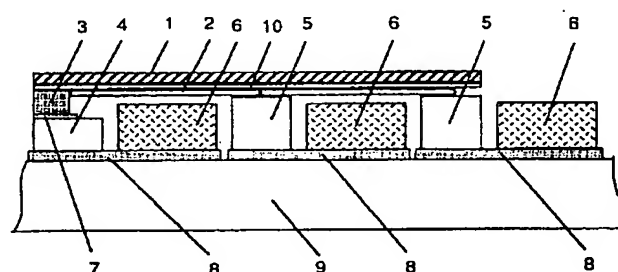
(57)【要約】

【目的】 複数の電子素子間を光で接続する光集積回路において、任意の多数点への光接続を可能とし高精度で高密度な実装方法を提供することにある。

【構成】 複数の電子素子6が電子回路基板9上に搭載され、さらに隣接して発光又は受光素子がボンディングされている。発光素子はジャンクションアップのレーザダイオード3であり、サブマウント4を介して基板配線パターン8に接合されている。また受光素子5はフリップチップボンディングにより基板配線パターン8に接合されている。フレキシブル光導波路回路基板1及び光導波路2は電子回路基板9に対向する面にてレーザダイオード3又は受光素子5と接合する。

【効果】 信号を減衰・干渉することなく任意の多数点への光接続が可能である。また光／電子素子の基板へのボンディング位置ズレにかかわらず、高精度な光接続を行うことが出来る。

図1



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】フレキシブルな薄膜基板と単数もしくは複数のフレキシブルな光導波路により構成されていることを特徴としたフレキシブル光導波路回路。

【請求項 2】請求項 1 記載のフレキシブル光導波路回路は、導波路の性質を保ちながら熱又は圧力等により変形する性質を持ち、導波路長を任意の長さに容易に変形することが可能であることを特徴としたフレキシブル光導波路回路。

【請求項 3】請求項 1 又は 2 記載のフレキシブル光導波路回路の基板は、少なくとも導波路端面近傍部又は光素子接続部が透明であり、前記導波路と光素子又は他の光導波路等との光接続において、基板側からの直視により光軸合わせが可能となるようにしたことを特徴としたフレキシブル光導波路回路。

【請求項 4】請求項 1、2 又は 3 記載のフレキシブル光導波路回路の導波路端面の片側又は両側に発光素子もしくは受光素子が接続され、この光素子がさらに電子回路パターン又は電子素子の入出力端子等と接続されていることを特徴としたフレキシブル光導波路回路。

【請求項 5】請求項 4 記載のフレキシブル光導波路回路は、光導波路基板側にあらかじめ光素子の接続を行ない、しかる後に電子回路パターン又は電子素子の入出力端子への接続が可能となる様な半田階層を有することを特徴としたフレキシブル光導波路回路。

【請求項 6】請求項 1、2、3、4 又は 5 記載のフレキシブル光導波路回路は、発光 1 × 受光 N の並列又は縦続接続、発光 N × 受光 M の並列又は縦続列接続により導波路間又は光素子間が接続されていることを特徴とした多チャンネルフレキシブル光導波路回路。

【請求項 7】請求項 1、2、3、4、5 又は 6 記載のフレキシブル光導波路回路には、導波路の端面又は導波路中に斜めもしくは球状の加工部を有しローパス、ハイパスフィルター等による合分波機能を有すること、又はマハツェンダ干渉法等による分波機能を有し、波長の異なる発光素子が並列又は縦続接続されており、波長多重が可能となるようにしたことを特徴としたフレキシブル光導波路回路。

【請求項 8】請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 記載のフレキシブル光導波路回路基板の片面又は両面にはメタライズが施されており、電子回路基板等へのフレキシブル光導波路回路の接続に於いてはグランド面として機能し、電子回路より発生する電気力線を吸収し電気信号の干渉、減衰を抑止することを特徴とするフレキシブル光導波路回路。

【請求項 9】請求項 4、5、6、7 又は 8 記載のフレキシブル光導波路回路の導波路と接合している発受光素子は、電子素子の電極ボンディングエリアと同程度もしくはそれより小型であり、直接電子素子の電極又は電子回路基板のパターン上へ接続することが可能であることを

2

特徴としたフレキシブル光導波路回路。

【請求項 10】請求項 7、8 又は 9 記載のフレキシブル光導波路回路は、多層に積層され導波路中に形成された斜めもしくは球状加工部及びフィルターコーティングによる反射により、層間の伝送及び合波、分波が可能であり 3 次元の伝送及び波長多重伝送を行なうことを特徴とするフレキシブル光導波路回路。

【請求項 11】請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 又は 10 記載のフレキシブル光導波路回路基板は、片面がグランド面、もう一方の面がコプレナウエーヴガイド等の高周波信号回路面で構成されており、単品もしくはアレイ状の光素子が光導波路回路基板上で光接続されボンディングされており、光素子への又は光素子からの高周波信号の干渉、減衰、遅延を抑制することを特徴としたフレキシブル光導波路回路。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】本発明は、チップ間の光インタコネクション、例えば超並列コンピュータにおけるマイクロプロセッサチップ間の光並列接続基本インタフェース、あるいは光加入者系及び光ネットワークの光／電子交換部における基本インタフェースその他一般のプリント配線基板に用いるフレキシブル光導波路回路に関する。

【従来の技術】複数の電子素子間を電気配線で接続することは、高速／高密度実装においては信号の相互干渉や減衰を生じるため、電子素子間を光で接続する光接続集積技術が検討されている。従来は例えば 内田氏による 1992 年電子情報通信学会春季大会 C-270、PP4-312；光表面実装用ガラス基板；に述べられているように、電子素子を搭載する基板と同一の基板に光導波路を作成し表面マイクロ加工を行うことにより、光信号を上下左右に反射／屈折させ基板を光プリント基板の如く使おうとする提案がある。又、林氏による公開特許公報 平 4-119667 で提案されているように光導波路を電子回路が形成されたウエーハとは異なるウエーハに形成することにより、電子回路のいかなる 2 点間でも高速かつ相互干渉のない信号接続を行う方法も提案されている。

【発明が解決しようとする課題】従来の内田氏らによる表面実装方式では、同一基板に電子回路／光導波路 2 種を作り込む必要があり基板作成が難しく高密度実装に不利である。又、林氏による集積回路の光接続方式では、電子回路基板と光導波路基板を別体としている為複数の光接合部の組立てが困難である。以上の問題点に対し本発明の目的は、電子素子が集積された回路で電気配線による相互干渉や減衰を抑止するために、複数の電子素子間を接続する容易かつ高密度化が可能な光接続実装方法を提供することにある。又、光導波路／光素子／電子素子等の複合回路においても、分岐／分波／合波等の機能を有し複数の光接続点を容易かつ高密度に実装する方法

も提供する。

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、複数の電子素子が集積された回路において該電子素子を発光又は受光素子と接続し、さらに該発光／受光素子間を単層もしくは多層のフレキシブル光導波路回路により光接続し高密度実装が可能となるようにしたものである。又本発明は、光ファイバ／光導波路／光素子／電子素子等の複合回路において、各々もしくは相互に単層又は多層のフレキシブル光導波路回路により光接続し高密度実装が可能となるようにしたものである。又上記の光集積回路において、該フレキシブル光導波路回路の端面を斜めもしくは球状に加工しコーティング膜を形成すること、又は該フレキシブル光導波路回路にマハチェンダ干渉型導波路を形成することにより、単層もしくは多層のフレキシブル光導波路回路間において分岐／分波／合波機能を有するようにしたものである。又上記のフレキシブル光導波路回路は屈折率の異なるコアとクラッドの導波路より成り、熱又は圧力により変形可能であり、少なくとも発光／受光素子と接続する導波路端面近傍の基板が透明もしくは半透明材料で形成されていることにより、光接続部が直視にて合わせ組立てが可能となるようにしたものである。又上記のフレキシブル光導波路回路の表面又は裏面にメタライズを施し、電子回路基板への接合においてはグラウンド面として機能することにより、電子回路基板より発生する高周波信号の空中方向電気力線を吸収し、電気信号の相互干渉を抑制するようにしたものである。

【作用】電子素子及び光素子を搭載する基板とは別に光導波路を形成すれば、電子素子をより高密度に実装することが可能である。この光導波路をフレキシブルなフィルム型とすれば、隣同士の2点のみではなく複数の光接続点に渡って光配線が可能で、薄膜の特性を活かし多層配線が容易に実現出来る。すなわち光は相互干渉を受けないことから、電子素子を高密度に実装出来るだけではなくその信号を高速でネットワーク的に伝送することが可能となる。この方法は光ファイバ／光導波路／光素子／電子素子等の複合回路においても同様に適用できることは明かである。このフレキシブル導波路回路は例えば透明なプラスチック材料を使用すれば、形成が容易で生産性が高く、薄膜形成と多層配線が可能である。さらに光導波路の端面を斜め／球状にすることにより、端面からの反射又は屈折光を利用し多層間もしくは隣接の光導波路へ分岐することが可能となる。さらにローパス／ハイパスフィルターをコーティングすることにより分波／合波等の機能を有することが出来る。又このフレキシブル導波路回路の表面又は裏面にメタライズを施し、電子回路基板と接近して対向実装すれば、電子回路基板より発生する高周波信号の電気力線を吸収し、隣接配線パターンへの電気信号漏れ込みを抑制するため信号の相互干渉を抑制出来る。

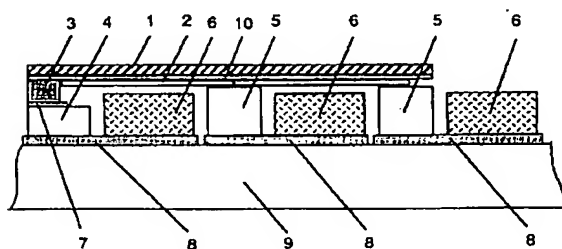
【実施例】本発明の第一の実施例を図1、図2、図3に示す。図1はフレキシブル光導波路回路と電子回路との光接続を示す断面図である。複数の電子素子6が電子回路基板9上に搭載され、さらに隣接して発光又は受光素子が図のようにボンディングされている。1個の電子素子には少なくとも1個の発光又は受光素子が対応し、電子素子6はAu／Sn半田にてフリップチップボンディング方法により基板配線パターン8を介して発光又は受光素子と接合される。本発明では発光素子はジャンクションアップのレーザダイオード3を用い、サブマウント4を介して基板配線パターン8に接合されている。また受光素子5は裏面入射型PINフォトダイオードを用い、フリップチップボンディング方法により、基板配線パターン8にAu／Sn半田にて接合されている。フレキシブル光導波路基板1及び光導波路2は電子回路基板9に対向する面にて発光又は受光素子と接合している。フレキシブル光導波路基板1上にはレーザ及び受光素子と接続する為の位置合わせ用窓を除きTi／Pt／Auがメタライズされグラウンドに接続している。又このメタライズ部10はP型基板レーザダイオードのN側電極と接合し、同時に基板配線パターン8から発生する高周波信号の電気力線を吸収し電気信号の干渉を抑制する役目をしている。図2はフレキシブル光導波路回路とジャンクションアップレーザダイオードとの光接続断面を示す図である。レーザダイオード3はP型InP基板にて形成されており、N側電極Ti／Pt／AuはPb／Snによりフレキシブル光導波路基板1のメタライズ部10に接合されている。N側電極とPb／Sn半田及び導波路基板1上のメタライズの全膜厚は $4.5 \pm 0.5 \mu\text{m}$ である。またレーザダイオード活性層11はN電極下面より $5.5 \pm 0.3 \mu\text{m}$ 下側に位置している。一方光導波路2は半径 $10 \pm 1 \mu\text{m}$ の屈折率分布型プラスチックコアで形成されており、導波路基板1より $10 \mu\text{m}$ の位置にコアのセンターがくる様固定されている。また光導波路コアの先端は $R = 30 \mu\text{m}$ にレンズ加工されている。従って、レーザダイオード3にフレキシブル光導波路回路基板1をボンディングした段階で、レーザダイオード活性層11と光導波路コアセンタの位置ズレ ΔY （フィルム型光導波路基板と垂直方向をYとした。）は $\pm 1.8 \mu\text{m}$ 以内に収めることが出来る。また光軸方向をZとし、Y、Z軸に垂直方向をX軸（レーザダイオード活性層端面の発光部を原点とした。）とすると、X軸及びZ軸方向の位置ズレ ΔX 、 ΔZ は透明なフィルム導波路基板1の位置合わせ用窓を用いて、基板上面より直視にて合わせることが出来る。合わせ精度は $\pm 1 \mu\text{m}$ が可能であった。FFPの半値全幅が約 35×35 度のレーザに対しては、 $\Delta Z = 40 \mu\text{m}$ が最も光結合効率が良く約75%を得た。位置ズレの範囲内での結合効率の変動は1dB以内であった。又、本光導波路は屈折率分布（GI）型であり、バンド幅 $300 \text{MHz} \cdot \text{Km}$ 、 10m の

5

伝送に於いては30GHzの帯域を得ている。図3にフィルム型光導波路とフリップチップボンディングされた裏面入射型受光素子との光接続方法を示す。光導波路2は受光素子P-N接合部の真上にて斜め溝が形成されており、この斜め面にて導波光20を反射光21と屈折光22に分岐することが出来る。この端面斜め加工部13は、さらに球状とすることにより反射光もしくは屈折光の集光性を持たせることが出来る。R=300 μ mとした斜め導波路での受光素子への結合効率率は約20%であった。次に第2の実施例として本フィルム型光導波路を光結合系に応用した例について図4、5、6、7に示す。図4はフレキシブル光導波路を多層にし接続ポイントを高密度化した例であるが、図のように導波路を直交する方向に配線する場合でも、直接クロスする必要がないので損失が生じない。フレキシブル光導波路回路は200 μ m程度の薄膜であるので3層以上の多層化が可能であり、他方向・多接続の実装が可能である。又本光導波路回路はフレキシブルであるため、電子素子・光素子のボンディング後の高さ・位置等のズレ(±20 μ mある)を吸収し、高精度の光接続が可能となった。図5はフレキシブル光導波路回路の多層配線間での信号の伝送を実施した例であるが、2層の光導波路同士を隣合わせ、光導波路端面を約45度斜め加工することにより、導波光20の光を導波路方向とは垂直の方向に反射させる。この時斜め端面に、第1及び第2の端面コーティング膜17、18を施すことにより、反射率を10%から80%に向上することが出来た。その結果約2dBの損失で隣あう2つの導波路間での信号伝送を行うことが出来た。図6はフレキシブル光導波路回路により分波を行った例である。端面斜め加工部13には図7の特性を持つ端面コーティング膜17、18をコーティングする。導波光20は1.3 μ m/1.5 μ mの合波光であるが、第1の端面コーティング膜17で1.5 μ mの光は反射され、さらに第2の端面コーティング膜18にて反射されて第2の光導波路33へ導かれる。一方第1の端面コーティング膜を透過した1.3 μ mの光は、そのまま屈折光22として第1の導波光32に導かれる。この1.3 μ m/

【図1】

図1



6

1.5 μ mのアイソレーション量は60dBと良好であった。

【発明の効果】プロセッサ、メモリ等の多数の電子素子の信号を減衰・干渉なく任意の点へ接続することが可能である。又、フィルム型光導波路を透明にすることにより直視にて高精度な位置合わせが可能であり、フィルムのフレキシブル性を活かし光/電子素子の基板への位置ズレにかかわらず、高精度な光接続を行うことが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】フレキシブル光導波路回路と電子回路との光接続断面を示す図である。

【図2】フレキシブル光導波路回路とレーザダイオードとの光接続断面を示す図である。

【図3】フレキシブル光導波路回路と受光素子との光接続断面を示す図である。

【図4】フレキシブル光導波路回路の多層交差配線を示す図である。

【図5】フレキシブル光導波路回路の層間の接続方法を示す図である。

【図6】フレキシブル光導波路回路の分波/合波配線を示す図である。

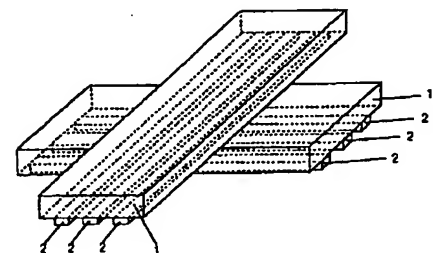
【図7】端面コーティング膜の反射特性を示す図である。

【符号の説明】

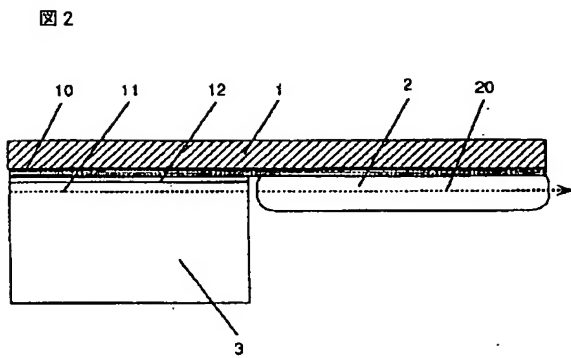
1…フレキシブル光導波路回路基板、 2…光導波路、
3…レーザダイオード(J-up)、 4…サブマウント、 5…受光素子(裏面入射型)、 6…電子素子、
7…半田接合部、 8…基板配線パターン、 9…電子回路基板、
10…メタライズ部、 11…レーザダイオード活性層、
12…レーザ半田接合部、 13…端面斜め加工部、
14…受光素子N電極、 15…受光素子P電極、
16…受光素子P-N接合部、 17…第1の端面コーティング膜、
18…第2の端面コーティング膜、 20…導波光、
21…反射光、 22…屈折光、 31、32…第1の光導波路、
33…第2の光導波路。

【図4】

図4

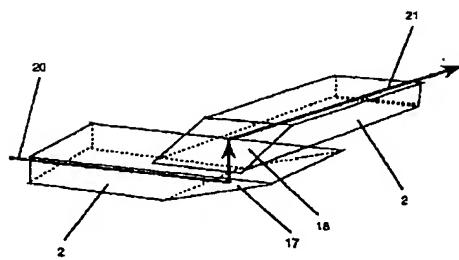


【図2】

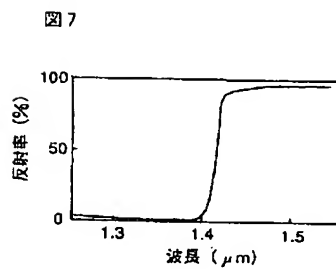


【図5】

図5

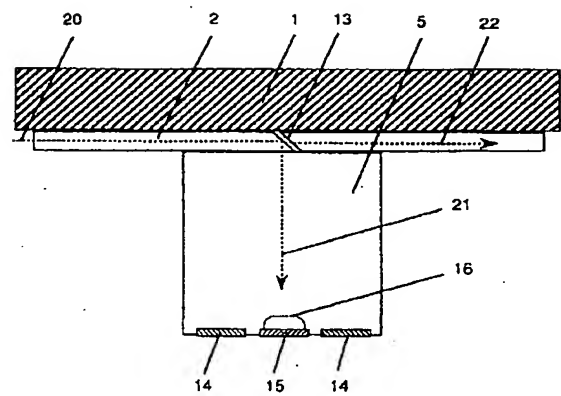


【図7】



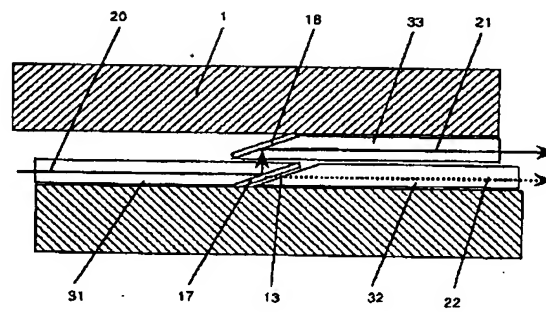
【図3】

図3



【図6】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 宮崎 隆雄
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 松岡 佳子
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.